

C A C の 基 礎 概 念

—電子計算機による創造性の開発—

日 比 野 省 三

1. は じ め に

20世紀の後半に到り、人類の歴史は、大巾に変わりつつある。1760年頃からイギリスで始まった産業革命が、日本を含めた西欧諸国に急速に広まり、巨大な機械を主体とした物質工業社会を作りあげてきた。

1944年に、米国ハーバード大学で、電磁リレー式による大型計算機としてマーク I が誕生し、次いで1946年にペンシルバニア大学でエッカート・モークリーによって、真空管式の本格的な電子計算機 E N I A C, (Electronic Numerical Integrator and Computer) が開発された。この時以来、人間の精神労働の多くの部分は、非常に精密に作られたコンピューターにうばわれつつある。そして、ここに新しい時代……情報社会が誕生することになった。

電子計算機が出現した当時、人々は、これを人工頭脳ともてはやし、人間が今まで頭脳でしか考えられなかったことや、手足でしかできなかったことを、近い将来に全てがコンピューターで処理され、これにより頭脳労働者、肉体労働者が失業するのではないかと脅かされたものである。

事実、コンピューターは、論理思考(特に数値的演算思考)については、驚異的な発達を示し、速度と正確さは、人間の及ぶところではない。確かにこの意味からいって、過去の工業社会において、人間によってなされていた仕事が、大巾にコンピューターによって奪われ、実質的に失業している(生産性の向上に寄与している)ことは議論の余地はない。

しかし、これほどの急速な発展をとげつつあるコンピューターも、パタ

ーン認識, 自然言語の翻訳といった非数値的な論理思考の分野や, いわゆる非論理思考の分野(例えば創造)については, 未だ人間の能力を超えるまでにはいたっていない。前者のパターン認識や翻訳といった非数値的な論理思考の分野については, 現在多くの科学者たちが鋭意研究を進めていることもあり, 21世紀の初頭にはコンピューターは, 人間の能力を超えるであろうと考えられている。後者の非論理思考(創造)の分野は, 全くコンピューターの論理性と矛盾しているが故に, 未だ研究の対象にはなっていない。このことは, コンピューターによる創造性の研究は, 全く新しい未開拓の研究分野であるといえるわけである。

確かに, 現代の技術では, コンピューター自体に, 創造を起させるのは無理なことであろう。しかし, コンピューターが持つ高速情報処理能力や, 正確な数値的論理思考能力を利用して, 人間の脳に新しい刺激を与えることによって豊かな, そして高度な創造性を人間に起させる可能性は考えられる。

この仮説に従って, 人間の創造活動を遂行していく際に, コンピューターがいかなる援助を成し得るかを学問的な見地から研究していくのも新しい時代に対応した分野として考えられる。我々は, この分野を Computer Aided Creation (以下CACと略する)と名付け, 以下に述べるように, 一步一步研究を進めて行きたい。

2. CACの研究のアプローチ

CACの研究は, 心理学, 脳生理学, 創造学, 創造工学, コンピューター科学, 情報工学, 電子工学など, 非常に広範囲の知識を必要とし, いわゆる学際的学問の領域であると考えられる。

まず, CAC研究のアプローチを大きく二つに分けると,

- ① 人間が創造を行う時の創造過程を工学的なアプローチで研究し, その創造過程をコンピュータープログラムに変換し, 創造過程をソフト的に機械化していく方向。
- ② 人間の脳を生理学的に研究し, どのようなメカニズムで創造が行わ

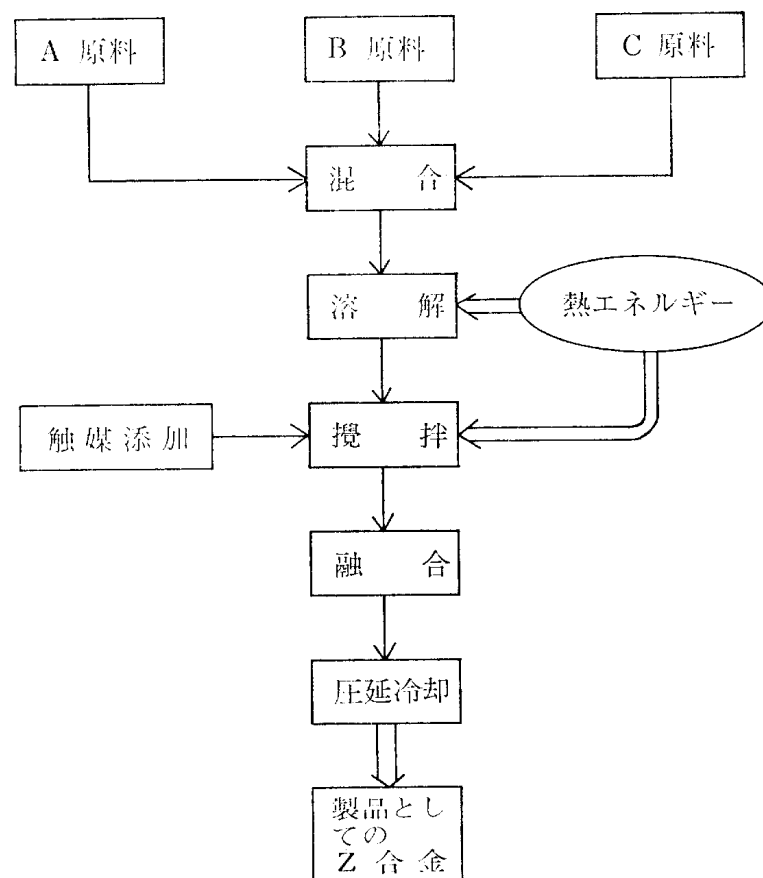
れるかを明らかにし、電子工学の力を借りて、創造するサイバネティクス機械をハードウェア的に構成しようとする方向が考えられる。

前者の創造過程については、特に1957年以来米国を中心として研究が進められており、かなりの成果を見せている。⁽¹⁾

後者のハードウェアによる創造サイバネティクス機械は、残念ながら創造の脳生理学的現象が未だ完全に解明できていないので、実現の方向すらめどがたっていない。

それ故、ここでは創造過程を中心に論じていきたい。先づ創造過程の参考として、合金の生成過程を考えてみる。第一図は、合金の生成過程である。原料A、B、Cを混合し、熱エネルギーを加えて溶かし、触媒添加してしばらく攪拌することにより、融合を起こさせ、その後冷却圧延することにより、合金Zが作られる。

この場合、原料A、B、C、の持っている性質と合金Zが持つ性質は、



第1図 合金の生成過程

全く異り、新しい金属が創造されたといってもよい。

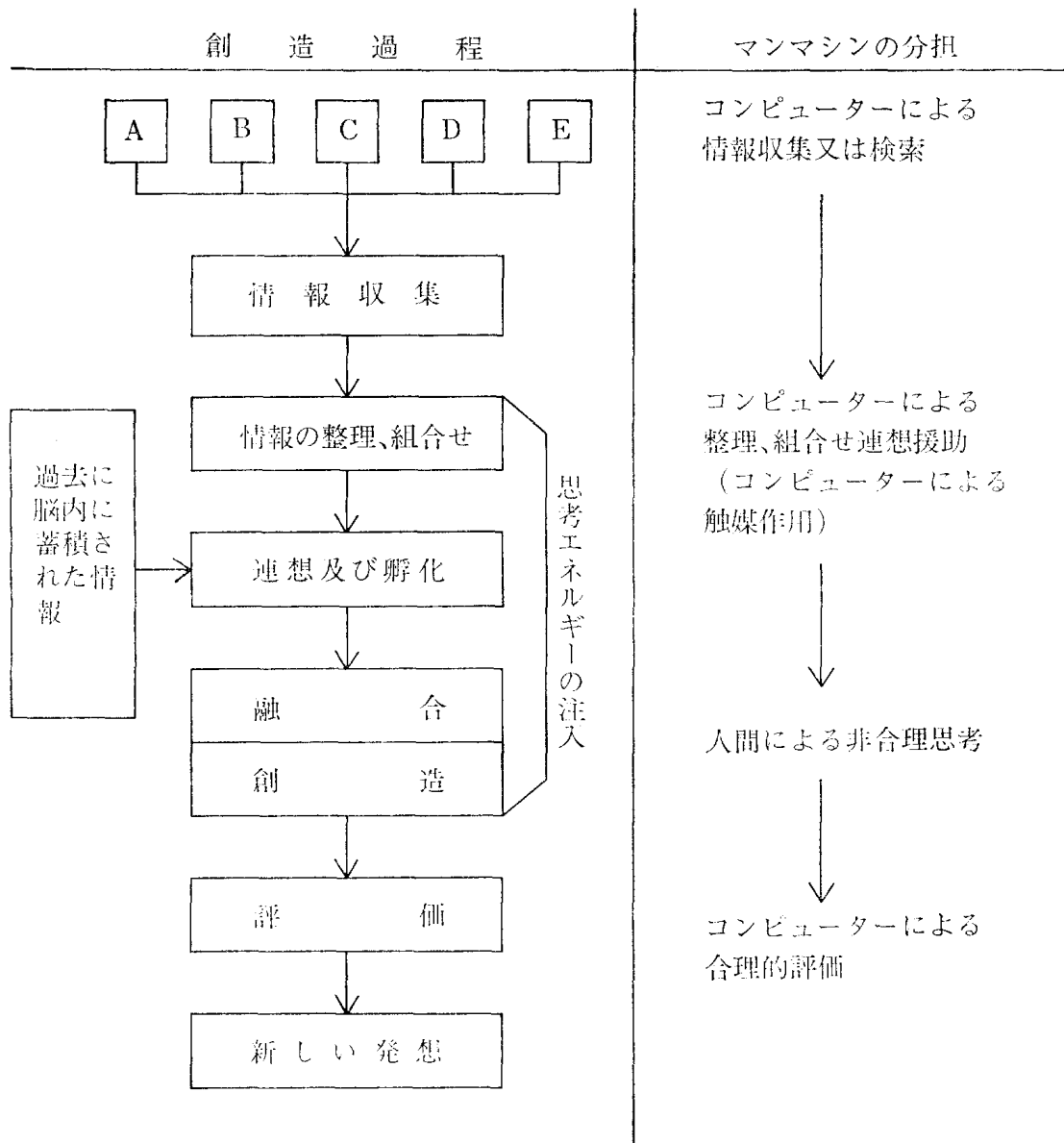
合金の生成過程で重要なポイントは、

- ㊦ 入力する原料A, B, Cの性質が融合しやすいものであること。
 - ㊧ 溶す前によく混合すること。
 - ㊨ 溶し融合させるまでには、適当な熱エネルギーが必要である。
 - ㊩ 適当な触媒を用いた方が融合を起しやすい。
 - ㊪ ある程度の時間が融合させるためには必要である。
 - ㊫ 攪拌をしておいた方が融合しやすい。
 - ㊬ 融合されて出来た合金Zは、かならずしも良いものばかりではない。
 - ㊭ 融合した後は、冷却、圧延、切断などの製品化への処理が必要である。
- などが考えられる。

この合金Zを作る過程は、創造過程に大きなヒントを与えてくれる。第2図は、創造過程と、CACにおけるマンマシンシステムの分担を示す。

創造というと、何か全く新しいものが、突然この世に現われてくるように考えられるが、「無から有は生じない」という原則は、創造の世界にも生きている⁽²⁾。丁度、合金を作る時に、原料A, B, Cを集めたように、創造物を作るためには、基本となる情報(A, B, C……)の収集が必要である。この段階でのコンピューターの役割は、非常に大きい。特に、現在開発されつつあるI. R. (Information Retrieval. 情報検索)の技術は、CACに直接結びつき、創造活動をより容易にするであろう。次に、集められた情報は、創造しようとする目標に向けて組合わされ、整理される。この段階から、かなりの思考エネルギーが注入される。もちろん、この段階における情報の組合わせや整理は、コンピューターの力を借りることにより、非常に迅速化され効率が高まる。

次の段階は、過去に脳内(特に潜在意識内)に蓄積された情報との組合わせや連想が、活発に起り、ある程度の孵化時間を経過した後に突然融合し、いわゆるインスピレーションとして認知される。この過程では、主役はむしろ、人間の非論理思考であり、論理思考を中心とするコンピューターは未だ現代の技術ではこの点で人間を超えることはできない。しかし、



第2図 創造過程とCAC

コンピューターは、人間の非論理思考による連想—融合過程を、より容易にするような刺激を与えることにより、いわば触媒としての機能を果させることはできる。ここで、触媒として、どんな情報を人間に与えるのが最適であるかという研究課題がある。

さて、次の段階では、創造された全てのアイディアが、かならずしも、いわゆる価値あるものとはかぎらない。そこで、新奇性、合目的性、経済性、合技術性などを基準に、コンピューターの助けを借りながら、出てきたアイディアを評価し、最適なものを選択し、商品化していくプロセスが

ある。この場合は、論理思考が中心になるので、コンピュータの活躍する比重が大きくなってくるはずである。

以上、見てきたように、人間でのみしかできないと考えられていた創造も、プロセスを詳細に分割していけば、かなり多くの部分でコンピュータを使用できることが考えられる。

現在研究中のCACは、基礎として、組合せCAC、連想CAC、等価変換CAC、同定CAC、非合理空間回路などがあり、他の研究分野との関連では、IRとCAC、CADとCAC、CAIとCAC、IDAS (Integrated Designer's Activity Support System)^{(3) (4) (5) (6)}とCAC、CACとGT⁽⁷⁾、CACとIDEALS⁽⁸⁾、CAC for Cookingなどが研究されつつある。

CACの研究の方向は、創造過程をソフト及びハード面からできるだけ機械化することにより、人間の創造生産性を向上することであると考えられる。

本文では基礎としての、組合せCACと連想CACの実験について述べてみたい。

3. 組合せCAC

創造過程で見てきたように、創造の最初のステップは、組合せであり、混合整理である。

コンピュータは、単純に組合せを行う作業は最も得意とするところである。例えば、100のアイディアと100のアイディアと100のアイディアを三次元的に組合せを行おうとすると、結果的には $100 \times 100 \times 100$ すなわち100万の異った組合せを得るわけであるが、人間の脳にこの作業を行わせれば、おそらく数年かかるであろう。ところがコンピュータの場合、高速ラインプリンターを用いるならば、わずか数時間で100万の組合せをアウトプットすることができる。これほどの能力をもつコンピュータを我々の創造活動に活用しない法はない。

現在我々が使用しているシステムのなかには、単純な組合せから派生し

てきたものがかなり多い。

例えば、

電子ジャー (ジャー + 電気炊飯器)

ディジタルクロックラジオ (ラジオ + 時計)

消ゴム付鉛筆 (消ゴム + 鉛筆)

ポータブルラジオ (持ち歩く機能 + ラジオ)

冷水器付冷蔵庫 (冷水器 + 冷蔵庫)

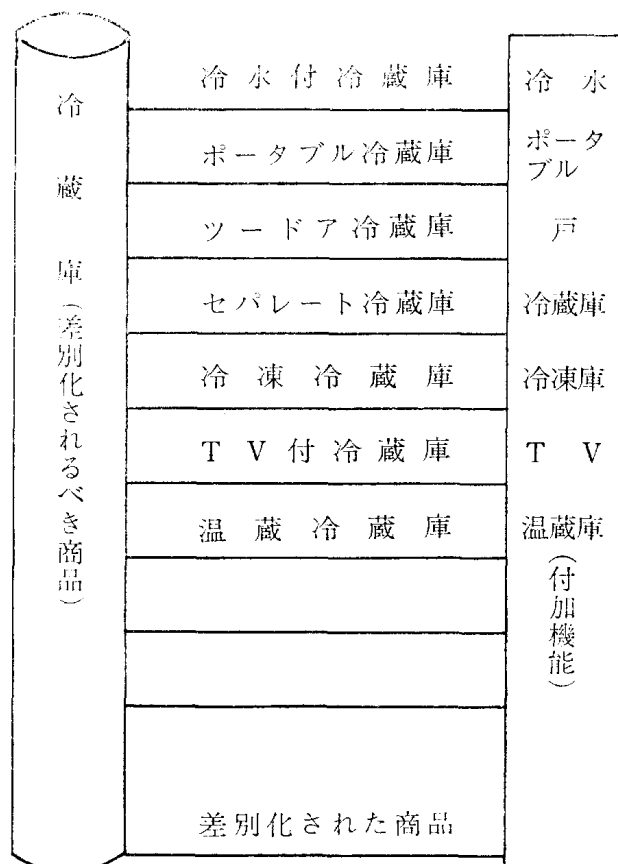
ビデオTV (TV + ビデオ)

など数えあげればきりが無い。

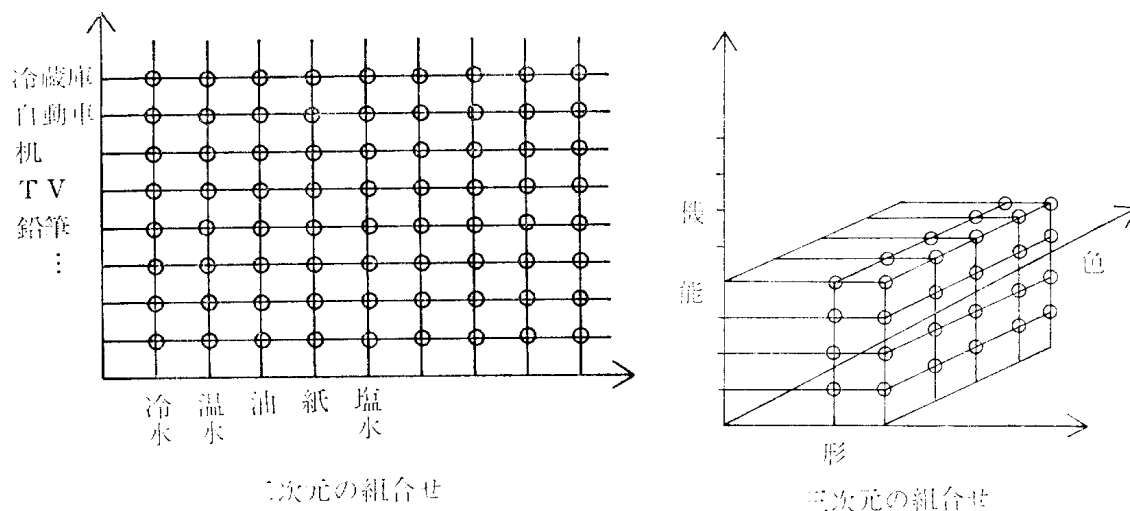
特に自由競争下における商品開発にとって、商品の差別化を行うことは、企業の生命を守るために非常に重要なことである。現在ある製品が、他社製品と機能的に、性能的にほとんど変わらないとすると、競争は価格のみによって決定され、ついには、原価ぎりぎりのところまで追いつめられ、利益ゼロのマーケットになってしまう。企業としては、この製品の生産を中止するか、他と異った点を打出すことによって商品の差別化をする必要にせまられる。この場合の最も単純な組合せは、1.5次元の組合せである。

第3図は、1.5次元の組合せの例であり、冷蔵庫を主体として、付加機能をランダムに組合せ、その中から有効な組合せを見つけ出し、商品の差別化への方向を見出そうというものである。

より複雑な組合せになると、第4図のように、2次元、



第3図 1.5次元の組合せ



第4図 2.3次元の組合せ

3次元……n次元の組合せが考えられる。実際の創造過程では、脳内に蓄積されたn次元の情報が、複雑に組合せられ、融合されて、新しい創造物としてアウトプットされる。第5図と第一表は、組合せCACのコンピュータプログラムとアウトプット結果である。

COMBINATION PROGRAM

```

C;    MAIN PROGRAM
      DOUBLE PRECISION
      COMMON X,NS
      READ(5,22)MM,NN
22    FORMAT(2I3)
      READ(5,33)(A(L,LL),LL=1,NN,L=MM)
33    FORMAT(10A3)
      KS=0
      N=0
      NS=0
      DO 60 K=1,MM
      N1=NN-1
      DO 50 M=1,N1
      N=M+1
      DO 50 I=N,NN
      NS=NS+1
      X(2*NS)=(A,I)

```



```
      X(2*NS-1)=A(K,M)
      IF(NS EQ 7) CALL SYSTEM
50  CONTINUE
      IF(NS NE 0) GO TO 10
      GO TO 17
10  JJ=2*NS
      WRITE(6,15)(X(J),J=1,JJ)
15  FORMAT(1H,7(2A8,2H**))
17  NS=0
      IF(K EQ MM) GO TO 77
      DO 90 MS=1,NN
      KS=K+1
      DO 90 KA=KS,MM
      N1=NN-1
      DO 90 NP=1,N1
      NS=NS+1
      X(2*N2)=A(KA,NP)
      X(2*NS-1)=A(K,MS)
      IF(NS EQ 7) CALL SYSTEM
90  CONTINUE
      IF(NS NE 0) GO TO 85
      GO TO 18
85  JJ=NS*2
      WRITE(6,80)(X(J),J=1,JJ)
80  FORMAT(1H,7(2A8,2H**))
18  NS=0
60  CONTINUE
77  STOP
      END
```

```
C;  OUTPUT FOR KUMIAWASE
      SUBROUTINE SYSTEM
      DOUBLE PRECISION X(16)
      COMMON X,NS
      WRITE(6,30) (X(J),J=1,14)
30  FORMAT(1H,7(2A8,2H**))
      NS=0
```

RETURN

END

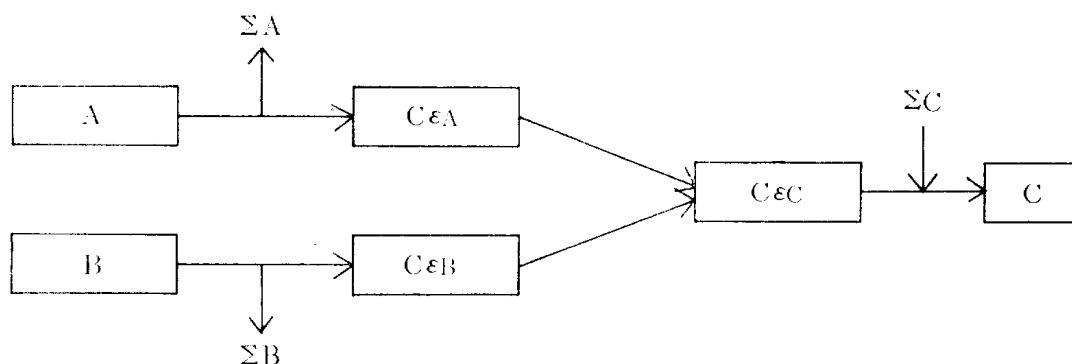
第5図 組合せCACのコンピュータプログラム

さてこの組合せの過程を市川亀久弥の等価変換理論⁽⁹⁾を用いて考察してみよう。

第6図は、組合せCACの創造過程である。商品A, Bにおいて、その商品の機能を構成する本質要素 C^{ε}_A , C^{ε}_B を取り出し、その要素の組合せ融合することにより、新しい C^{ε}_C を構成する。さらに C^{ε}_C を実用的にするために Σ_C の条件を付加することにより新しい商品 C というものができる。

実際の創造過程では、 C^{ε}_A , C^{ε}_B の抽出に際して有効な結合 C^{ε}_C が生ずるように連想が行われる。その連想は、A, Bの欠点, 改良点社会的要求, 自己欲求などを条件として、有効な C^{ε}_C を作り出すよう行われる。

創造的インスピレーションとは、既存の物事の見方を離れて新しい観点で物事を見ることが出来る瞬間であると定義することができ、コンピュータによる多数の相異った組合せの刺激により、新しい観点が生れる確率が高まることが実証されるならば、組合せCACは、創造生産性向上のひよつの大きな武器となるといってもさしつかえない。



第6図 等価変換における組合せCAC

4. 連想 C A C

創造過程において、連想は融合を引起こさせる急所である。入力された要素は互に組合せられ、人間の脳に対して刺激を与えることになる。人間の

第一表 ヨンヒュータートラット(〇)例

FRASH	OPEN	**FRASH	CUI	**FRASH	ELY	**FRASH	KIERU	**FRASH	MAWASU	**FRASH	FUKU
FRASH	NIGIRU	**FRASH	NOBASU	**FRASH	KIKU	**FRASH	HANASU	**FRASH	SUBERU	**FRASH	MUSUBU
FRASH	KUTUKER	**FRASH	HIKARU	**FRASH	YURERU	**FRASH	BIG	**FRASH	LITTLE	**FRASH	HEAVY
FRASH	FAST	**FRASH	KIREI	**FRASH	SHORT	**FRASH	MARUI	**FRASH	SIRAKU	**FRASH	USUI
FRASH	ATUI	**FRASH	HIGH	**FRASH	HOSOI	**FRASH	HARD	**FRASH	SOFT	**FRASH	RED
TIMMER	STEREO	**TIMMER	T.E.L.	**TIMMER	DORAFTA	**TIMMER	DENNTAKU	**TIMMER	FAN	**TIMMER	LITER
TIMMER	NOKOGR	**TIMMER	MOTER	**TIMMER	OIL	**TIMMER	AME	**TIMMER	DENKI	**TIMMER	GOMU
TIMMER	FIYER	**TIMMER	THUCHI	**TIMMER	MIZU	**TIMMER	KUMO	**TIMMER	ANIMAL	**TIMMER	AIR
TIMMER	SEA	**TIMMER	NAMI	**TIMMER	LIVER	**TIMMER	KAZE	**TIMMER	AWA	**TIMMER	KINZOKU
TIMMER	OPEN	**TIMMER	CUT	**TIMMER	FLY	**TIMMER	KIERU	**TIMMER	MAWASU	**TIMMER	FUKU
TIMMER	NGIRU	**TIMMER	NOBASU	**TIMMER	KIKU	**TIMMER	HANASU	**TIMMER	SUBERU	**TIMMER	MUSUBU
TIMMER	KUTUKER	**TIMMER	HIRATU	**TIMMER	YURERU	**TIMMER	BIG	**TIMMER	LITTLE	**TIMMER	HEAVY
TIMMER	FAST	**TIMMER	KIREI	**TIMMER	SHORT	**TIMMER	MARUI	**TIMMER	SIRAKU	**TIMMER	USUI
TIMMER	ATUI	**TIMMER	HIGH	**TIMMER	HOSOI	**TIMMER	HARD	**TIMMER	SOFT	**TIMMER	RED
STEREO	T.E.L.	**STEREO	DORAFTA	**STEREO	DENNTAKU	**STEREO	FAN	**STEREO	LITER	**STEREO	DENNETU
STEREO	MOTER	**STEREO	K.DENKI	**T.E.L.	DORAFTA	**T.E.L.	DENNTAKU	**T.E.L.	FAN	**T.E.L.	LITER
T.E.L.	NOKOGR	**T.E.L.	MOTER	**T.E.L.	K.DENKI	**DORAFTA	DENNTAKU	**DORAFTA	FAN	**DORAFTA	LITER
DORAFTA	NOKOGR	**DORAFTA	MOTER	**DORAFTA	K.DENKI	**DORAFTA	FAN	**DORAFTA	LITER	**DORAFTA	DENNETU
DENTAKU	MOTER	**DENTAKU	K.DENKI	**FAN	LITER	**FAN	DENNETU	**FAN	NOKOGR	**FAN	MOTER
LITER	DENNETU	**LITER	NOKOGR	**LITER	MOTER	**LITER	K.DENKI	**DENNETU	NOKOGR	**DENNETU	MOTER
NOKOGR	MOTER	**NOKOGR	K.DENKI	**MOTER	K.DENKI	**	GOMU	**STEREO	HOSHI	**STEREO	FIYER
STEREO	OIL	**STEREO	AME	**STEREO	DENKI	**STEREO	AIR	**STEREO	KEMURI	**STEREO	SEA
STEREO	MIZU	**STEREO	KUMO	**STEREO	ANIMAL	**STEREO	KINZOKU	**STEREO	HASIRU	**STEREO	OPEN
STEREO	LIVER	**STEREO	KAZE	**STEREO	AWA	**STEREO		**STEREO		**STEREO	
STEREO	FLY	**STEREO	KIERU	**STEREO	MAWASU	**STEREO	FUKU	**STEREO	MIRU	**STEREO	NGIRU
STEREO	KIKU	**STEREO	HANASU	**STEREO	SUBERU	**STEREO	MT SUBU	**STEREO	MAGERU	**STEREO	KUTUKER
STEREO	YURERU	**STEREO	BIG	**STEREO	LITTLE	**STEREO	HEAVY	**STEREO	LIGHT	**STEREO	FAST
STEREO	SHORT	**STEREO	MARUI	**STEREO	SIRAKU	**STEREO	USUI	**STEREO	LONG	**STEREO	ATUI
STEREO	HOSOI	**STEREO	HARD	**STEREO	SOFT	**STEREO	RED	**STEREO	SEPARET	**T.E.L.	OIL
T.E.L.	DENKI	**T.E.L.	GOMU	**T.E.L.	HOSHI	**T.E.L.	THUCHI	**T.E.L.	THUCHI	**T.E.L.	MIZU
T.E.L.	ANIMAL	**T.E.L.	AIR	**T.E.L.	KEMURI	**T.E.L.	SEA	**T.E.L.	NAMI	**T.E.L.	LIVER
T.E.L.	AWA	**T.E.L.	KINZOKU	**T.E.L.	HASIRU	**T.E.L.	OPEN	**T.E.L.	CUT	**T.E.L.	FLY
T.E.L.	MAWASU	**T.E.L.	FUKU	**T.E.L.	MIRU	**T.E.L.	NGIRU	**T.E.L.	NOBASU	**T.E.L.	KIKU
T.E.L.	SUBERU	**T.E.L.	MUSUBU	**T.E.L.	MAGERU	**T.E.L.	KUTUKE	**T.E.L.	HIKARU	**T.E.L.	YURERU
T.E.L.	LITTLE	**T.E.L.	HEAVY	**T.E.L.	LIGHT	**T.E.L.	FAST	**T.E.L.	KIREI	**T.E.L.	SHORT
T.E.L.	SIKAKU	**T.E.L.	USUI	**T.E.L.	LONG	**T.E.L.	ATUI	**T.E.L.	HIGH	**T.E.L.	HOSOI
T.E.L.	SOFT	**T.E.L.	RED	**T.E.L.	SEPARET	**DORAFTA	OIL	**DORAFTA	AME	**DORAFTA	DENKI
DORAFTA	HOSHI	**DORAFTA	FIYER	**DORAFTA	THUCHI	**DORAFTA	MIZU	**DORAFTA	KUMO	**DORAFTA	ANIMAL
DORAFTA	KEMURI	**DORAFTA	SEA	**DORAFTA	NAMI	**DORAFTA	LIVER	**DORAFTA	KAZE	**DORAFTA	AWA
DORAFTA	HASIRU	**DORAFTA	OPEN	**DORAFTA	CUT	**DORAFTA	FLY	**DORAFTA	KIERU	**DORAFTA	MAWASU
DORAFTA	MIRU	**DORAFTA	NOBASU	**DORAFTA	NOBASU	**DORAFTA	KIKU	**DORAFTA	HANASU	**DORAFTA	SUBERU
DORAFTA	MAGERU	**DORAFTA	KUTUKER	**DORAFTA	HIKARU	**DORAFTA	YURERU	**DORAFTA	BIG	**DORAFTA	LITTLE
DORAFTA	LIGHT	**DORAFTA	FAST	**DORAFTA	KIREI	**DORAFTA	SHORT	**DORAFTA	MARUI	**DORAFTA	SIRAKU
DORAFTA	LONG	**DORAFTA	ATUI	**DORAFTA	HIGH	**DORAFTA	HOSOI	**DORAFTA	HARD	**DORAFTA	SOFT
DORAFTA	SEPARET	**DORAFTA	OIL	**DORAFTA	AME	**DORAFTA	DENKI	**DORAFTA	GOMU	**DORAFTA	KINZOKU
DENTAKU	THUCHI	**DENTAKU	MIZU	**DENTAKU	KUMO	**DENTAKU	ANIMAL	**DENTAKU	MAWASU	**DENTAKU	FUKU
DENTAKU	NAMI	**DENTAKU	KAZE	**DENTAKU	KIERU	**DENTAKU	AIR	**DENTAKU	KINZOKU	**DENTAKU	HASIRU
DENTAKU	CUT	**DENTAKU	FLY	**DENTAKU	MAWASU	**DENTAKU	FUKU	**DENTAKU	MIRU	**DENTAKU	MIRU
DENTAKU	NOBASU	**DENTAKU	KIKU	**DENTAKU	HANASU	**DENTAKU	SUBERU	**DENTAKU	MUSUBU	**DENTAKU	MAGERU
DENTAKU	HIKARU	**DENTAKU	YURERU	**DENTAKU	BIG	**DENTAKU	LITTLE	**DENTAKU	EAVY	**DENTAKU	LIGHT

脳は、それに対して脳内に蓄積されていた他の要素を非合理的な方法で処理し、順々に連想を起こしながら新しい組合せに添加することにより融合へと進展させていくと考えられる。

連想とは、広辞苑によれば、「山から川を思い浮かべるように、ひとつの観念に他の観念が連合して出現すること」と定義されている。要するに、ひとつの観念の刺激に対して、脳内に蓄積された他の観念が引張り出されてくることと考えてよい。そこで、連想CACを考える前に、記憶と刺激について考察を加えていきたい。

人間の記憶状態を刺激の量という観点から考察した場合、刺激量（H）は、次の式によって表わされる。

$$H = \alpha_1 M t_1 \varepsilon^{-\alpha_2 t_2}$$

但し、 α_1 , α_2 : 比例定数

M : 刺激の強さ

t_1 : 刺激を加えている時間

t_2 : 刺激を受けてからの経過時間

この刺激量（H）がある一定量以上であれば、その記憶は、思い出そうとすれば、すぐにでも取り出せる記憶となる。すなわち、ある一定の刺激に対して、記憶はこのHの大きい順にしたがってアウトプットしてくるのである。刺激の強さMは、次に示すような時に大きく、その度合が大きくなるにつれてMも大きくなる。

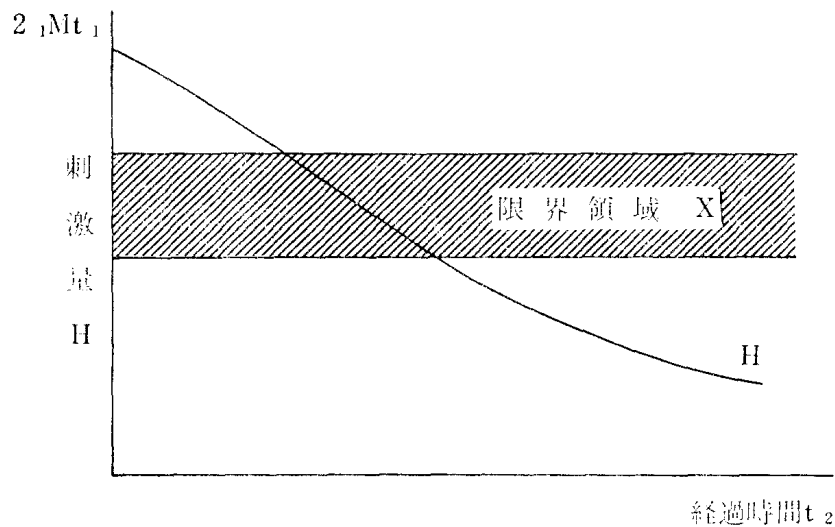
- 奇抜な色をしているもの
- 変った形をしているもの
- 非常に大きい、又は小さいもの
- 音を出すもの
- 非常に熱いもの、冷いもの
- 光るもの

比例定数 α_1 は、次に示すような時大きく、その度合が大きくなるにつ

れて α_1 も大きくなる。

- 自発的にやっているもの
- 興味をもっているもの
- 熱中しているもの
- 環境が、それをするのに適しているもの

比例定数 α_2 は、 $\alpha_2 \propto \frac{1}{\alpha_1}$ となる。



第7図 人間の記憶(H)の減衰曲線

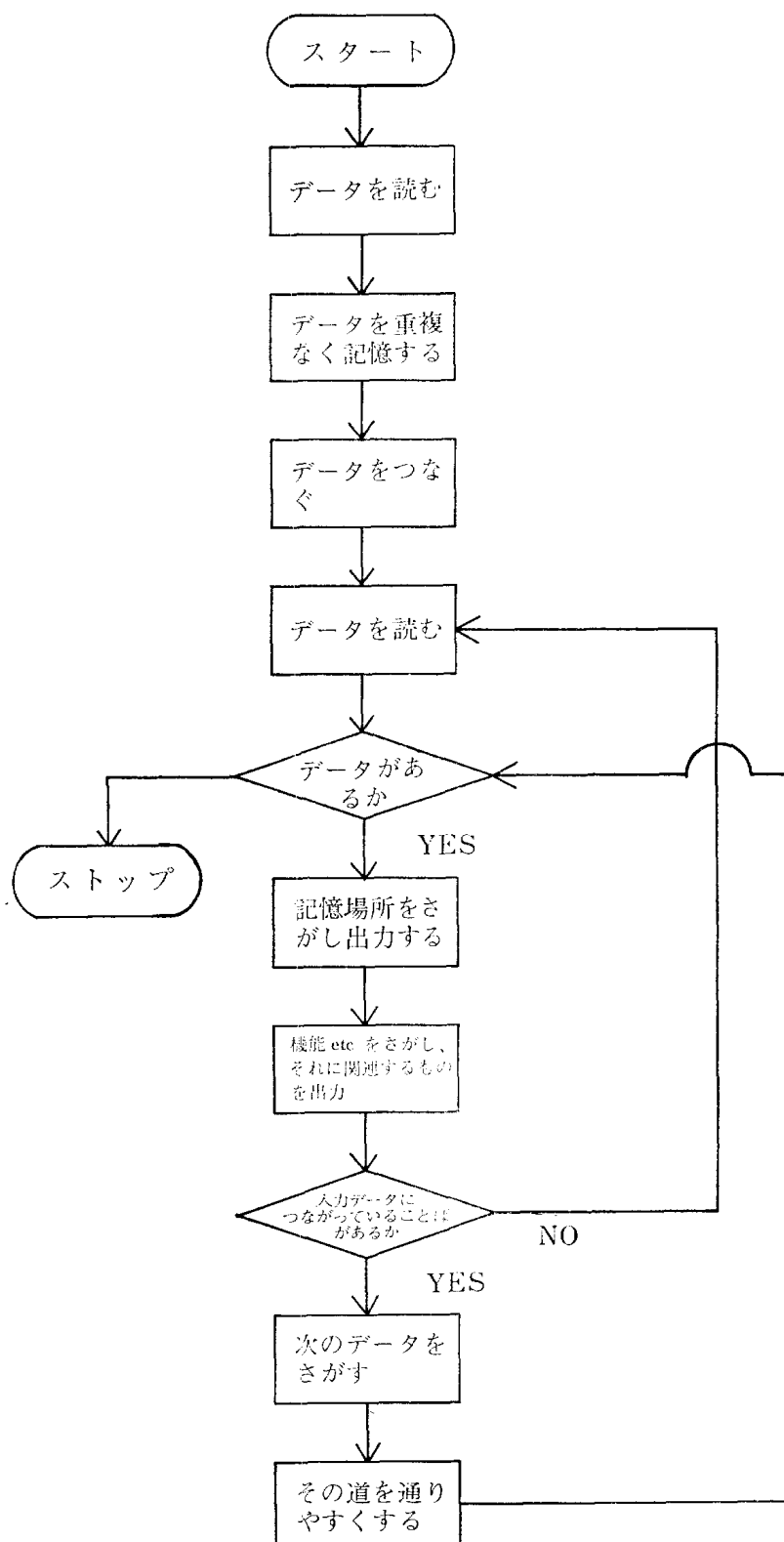
第7図は、Hの状態をグラフ化したものである。刺激量Hが、領域Xより上であれば、そのデーターは、すぐにでもアウトプットされる。上であればあるほどアウトプットしやすい。また、領域Xより下であればあるほどアウトプットしにくくなる。思い出そうとするだけではアウトプットしてこない。非常に多くの連想をたどってゆかなくてはアウトプットしてこない。領域Xは、連想なしで、時にアウトプットしたり、時には全然思い出せないような非常に不安定な領域である。

以上のような記憶のメカニズムを基礎として、連想CACについて考察をすすめていこう。

先ず、連想CACの基本的な役割は、人間の奥深くしまいこまれた記憶(X以下のH)をコンピューターのアウトプットによる刺激で、容易にとり出し、新しい組合せと結びつけて創造へと融合させることである。そこ

で先ず、コンピューター自身に人間の行う連想を模擬させて、そのプロセス中に人間の連想を強化させる方法を考えてみたい。

先ず簡単な連想CACは、計算機に記憶させるデータをいろいろ分析する。例えば、機能は何か、色は何か、用途は、材料は、……重さはどういう



第8図 連想のフローチャート

****(HAZIME)****
>DENKI
>ELECTRIC-WATCH>FIASH
>FIASH
:<*****
>OWARI!>

****(HAZIME)****
>SIYOU
>ELECTRIC-WATCH
>HATCHET
>GLASSES
:<*****
>GLASSES
>FILTER
<OWARI!>

****(HAZIME)****
>KOUGAKUHN
>MAGICMIRROR
>FILTER
>MIRROR
:<*****
>SUGIASSES
>FRAME
>GAKUYOHN
<OWARI!>

****(HAZIME)****
>ABACUS
:<*****
<OWARI!>

:<*****
>GRAFU-P
:<*****

:<*****
>KNIFE
>ELECTRIC-RAZOR
:<*****
>KEISANJAKU
>SUNGLASSES
>ABACUS
>FIASH
>MOUNTAIN-KNIFE
>AX

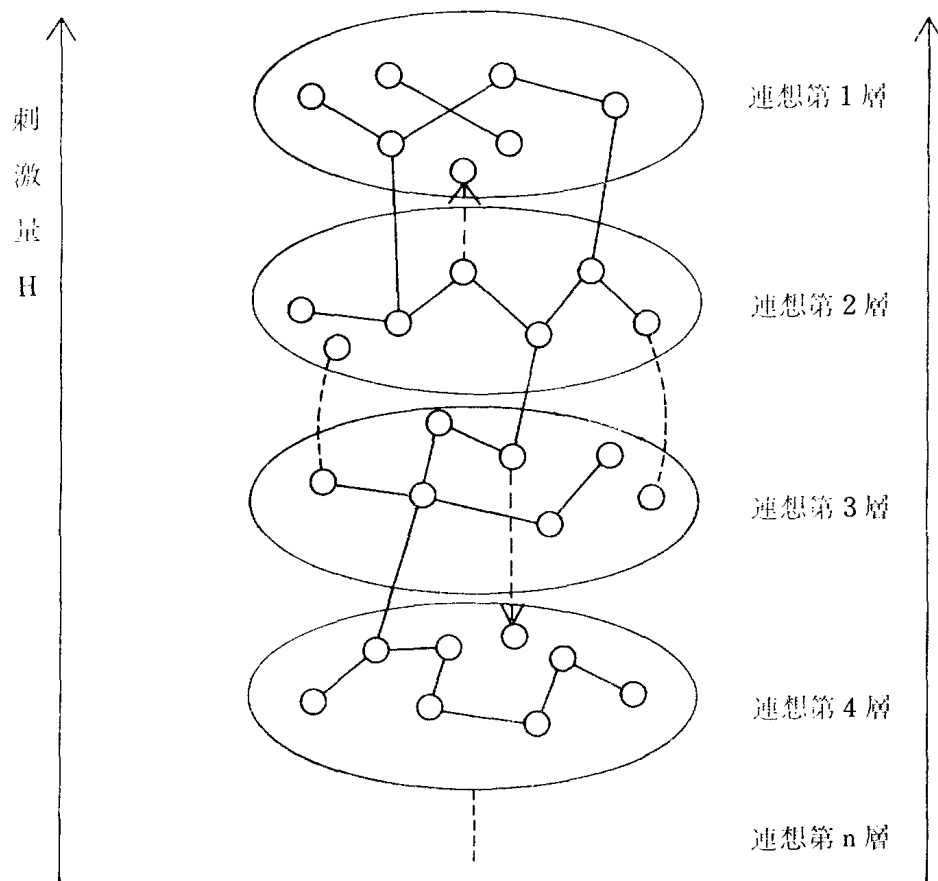
:<*****
>KINSH-GLASS
>MIRROR
:<*****
>FAINDA
>GLASS
>POROLAID-CAME
>ENSI-GLASS
>CONTACT-LENS
>GLASSES
>FILM
>LENS

:<*****
>ABACUS
:<*****

第9図 連想CACのコンピュータアウトプット

ように分析する。次に、その全てのデータの中で、例えば、機能が同じなら同じものをひとつのグループとして考えるのである。そこで、もしその中のひとつをインプットすれば、その他残りのデータがアウトプットされるという考え方である。第8図は、連想のフローチャートを示す。第9図は、この考え方にしたがって打出されれ連想CACのコンピュータアウトプットである。

もう少し複雑なやり方は、情報理論にもとづいて連想イメージの出現確率を計算し、確率の高い方からアウトプットさせる方法である。



第10図 確率的連想モデルの概念図

第10図は、確率的連想モデルの概念図であり、出現確率と刺激量Hが対応している。連想情報についてマルコフチェーンにより、出現確率を計算し、第1層からn層までに分類し、コンピュータに記憶しておく。連想チェーンには、探索モデルを使用し、かつ出現確率は、情報が選択されるごとに変化するようにプログラムしておく。このように構築しておけば、第10図

の点線のように記憶情報は、より出現確率の大きな層に移動したりあまり使用されない層に移動したりして、しばらくこのモデルを動作させているうちに、最初に人間によってセットされた連想チェーンはくずれて、全く人間には推測のできないような連想が生ずるようになる。

かくして、意外性の大きな刺激を人間の連想力と融合力に与え、創造への過程を促進させることになる。

連想CACは、あくまでもコンピューターに人間の連想を模擬させ、連想力の乏しい人間に刺激を与えることにより、創造過程の短縮化をはかることが目的であって、コンピューター自身がいくら連想したところで、創造が生ずるわけではなく、ただ単に、記憶された情報をアウトプットされるにすぎないということを心にとめておく必要がある。

以上、組合せCACと連想CACについての概念を説明してきたが、現在研究中的他のCACについては、別に稿をおこすことにして、CACの簡単な実験結果を報告していきたい。

5. 実験とその評価

前述の組合せCACのプログラムに従い、次の三項目について調査するために実験を行った。

- イ. 組合せCACで、アイディアの出現率を出し、組合せCACにおける必要データ数の算定を行う。
- ロ. アイディアの出現確率を調べ、どんな分類で、データを入力すればよいか検討する。
- ハ. データ整理により、組合せCACの限界、今後の可能性を調べる。

入力データは、次の5分野に分けて、各々20個ずつ用意された。

- ① 第1グループは、部品、小物など構造が比較的簡単なものとして、ソケット、鏡、ダイオード、ブラインド、電気表示、タイヤなど20個。
- ② 第2グループは、構造が複雑なものとして、TV、車、時計、タイプライター、ステレオ、ドラフターなど20個。

- ③ 第3グループは、イメージを広げるために、加工されていない自然のものとして、油、雨、水、電気、煙、川、海、火、雲、星、ゴムなど20個。
- ④ 第4グループは、動詞のグループとして、走る、開ける、切る、飛ぶ、握る、話す、すべる、光るなど20個。
- ⑤ 第5グループは、形容詞のグループとして、大きい、小さい、短い、硬い、軽い、細い、薄いなど20個。

組合せ可能数は、最大5次元20要素の組合せになるので、 $20 \times 20 \times 20 \times 20 \times 20 = 3,200,000$ となる。実際の実験では、統計学的に考えて320万の母集団から400のサンプルをとれば、十分に検定できるので、ランダムに400組の組合せをアウトプットさせ、連想とブレインストーミングを用いて新しいアイデアを生み出し、次の評価基準で結果集計を行った。

- ① 画期的（Ⅰ）——即利用可能
- ② 画期的（Ⅱ）——要研究，技術が高度，経済的に高い
- ③ 利用可能（Ⅰ）——即利用可能
- ④ 利用可能（Ⅲ）——経済的に高い，要研究
- ⑤ 実現不可能 ——利用価値小，空想的
- ⑥ 既存のアイデア

第1表 組合せCAC実験結果

評 価	アイデア数	%
画 期 的（Ⅱ）	117	29.2
画 期 的（Ⅲ）	32	8.1
利 用 可 能（Ⅰ）	74	18.3
利 用 可 能（Ⅱ）	21	5.2
実 現 不 可 能	36	8.8
既 存 の も の	120	30.4
合 計	400	100.0

第1表は、組合せCAC実験結果である。もちろん、コンピュータアウプット後の連想と、ブレインストーミングの技術や個人差、データの質、評価の仕方によって、これらの実験データは大巾に変化することはいうまでもないが、利用可能(Ⅱ)まで含めた新しいアイディアの出現率は60.8%にも達し、かなりの組合せCACの創造性促進力があることがわかる。

この実験の際に問題とされたことは、入力データをいかにして選択するか……又いかに入力データの質の向上をはかるか……というような入力データの問題と、組合せの次元をどのようにとるかという問題である。

組合せ数Kは、

$$K = P_1 P_2 P_3 P_4 \cdots P_i \cdots P_n$$

但し、 P_i は各次元の要素数

によって決定されるので、次元が増大すると、急激に組合せ数が増大し後処理が大変になることが考えられるし、次元の多い場合は制約が多くなるために、連想がしにくいという欠点が出てくる。それ故、入力データ数は、数多いほどよいと考えられるが、組合せ次元数は、2～3次元におさえておいた方がよさそうである。

むしろ、一度に多次元の組合せを行うより、2次元の組合せによりアイディアを出し、それに対して他の要素を組合せてアイディアの質を向上していく段階式組合せ方式を用いた方が連想を起しやすいことが考えられる。

次に、各グループ毎に、二次元的に組合せて、どんな種類のデータが最も組合せCACに適しているか。あるいは、どんな種類のデータ同志が融合しやすいかについて実験を行った。サンプル数は、 $20 \times 20 = 400$ 個を各々11ケースについて全数サンプルを行った。グループ組合せを次のように設定した。

A：構造の簡単なものと複雑なもの

B：　　　〃　　　　　と自然物

C：構造の簡単なものと動詞

D：　　　　〃　　　　　と形容詞

E：構造の複雑なものと複雑なもの

F：　　　　〃　　　　　と自然物

G：　　　　〃　　　　　と動詞

H　　　　：　　　　〃と形容詞

I：自然物と自然物

J：　〃　と動詞

K：　〃　と形容詞

表2はグループ別の組合せによる新奇性の出現確率を示している。

一番組合せやすいものは、Aで複雑な機構のものに、簡単な機構のものを直接的に組合せるものが多い。例えば冷蔵庫に冷水器をつけるような組合せで、既存の製品に他の部品を付け加えることによって商品の差別化を行うような場合である。

次に多いのが、E、Fの場合で共に複雑な機構のものが多い。特に複雑な機構を持ったものは、イメージを広げる要素が

多いので、新奇性出現の可能性が高くなることが考えられる。逆にCの場合のように簡単な機構と動詞の結び付きも、構造が簡単な故に、イメージを容易に変えやすいので連想がしやすいという利点を持っている。特に空想的であるが、新奇性に富んだアイデアが出現したのは、K（自然 \longleftrightarrow

第2表 組合せCACグループ別
新奇性出現率

グループ組合せ	新奇性出現率 (%)
A	39.2%
B	27.9%
C	29.2%
D	23.5%
E	31.5%
F	31.5%
G	26.2%
H	24.5%
I	21.0%
J	26.2%
K	31.1%

形容詞)やJ(自然 \leftrightarrow 動詞)で、イメージが自由に動き廻るためと考えられる。

以上のように、短時間に多くのアイディアを出すためには、A, C, Eなど相対的なもの、あるいは具体的なものとのチェックリスト方式が有効である。しかし、全くイメージの新しいものは、K, Jなど抽象的な組合せで多くの時間を費して行った方が画期的なアイディアが出るものと思われる。

さて、組合せCACは、以上見てきたように、確かに創造過程を援助し促進することができるけれども組合されたデータをそのまま人間に提示すると莫大な量になってしまうので、何んらかの基準を用いて、ある程度コンピュータに選別させた後に人間に提示させるようなシステムを今後研究していかなければならない。

第3表 大学生による組合せCAC発想例

E. HYOGI	STEREO	チューナーをデジタルにする。
E. HYOGI	TEL	ダイヤルをした数を表示し、まちがい電話をなくす。
E. HYOGI	DRAFTA	定規を動かすと、その動いた距離が出る。
E. HYOGI	NIGIRU	デジタル式握力計。
BRAIND	CAMERA	シャッターを二つに分割し慣性力をなくす。
CAMERA	MAWASU	巻き返しを自動巻きにする。
TYPE	SEPARET	楽譜も打てるタイプライター。
KASA	MIERU	一部を透明にして、外部を見えるようにする。
KASA	NOBASU	傘を自動伸縮させる。
MORTER	HIKARU	ラジオにプログラムをさし込んで、自動選曲にする。
AME	HOSHI	車のライトによって傘を浮き出たせる。
MIC	KEMURI	火災報知器にマイクを付ける。
CAMERA	S, SCOP	シンクロスコープの波形周波数が印刷される。
SINEMA	REDA	超シネラマ球形スクリーン。
SINEMA	TEMP	気温により壁の色が変わる。
TV	KODENKAN	部屋の明るさに応ずるTV。
TV	LELINE	TVの内部密閉。
DAIODO	TUCHI	磁気整流。

参考までに、愛知工業大学システム研究室の学生が、組合せCACを用いて発想した例を第3表に示す。これは、二次元の組合せCACで、今まで新しい物を発想しようとしなかった学生が、コンピューターの前でCACの原理に従って創造しようと努力して、これだけのアイデアを発想してきたことに大きな意義がある。コンピューターが創造的でない人間を刺激して、創造的にさせようとする点に研究の重要性があるものと考えられる。

6. お わ り に

本論では、CACの概念について論じ、特に組合せCACと連想CACについて実験結果を示してきた。他のCACについては、別稿で論じていきたい。むろん、CACは、生まれたばかりの概念でもあるので、今後共変らないということとはできないが、時と共に発展し人類の幸福に役立てていきたいものである。CACの概念の中で最も大切なのは、「コンピューターは創造性と全く関係がない」という既成概念を打破って、合理のコンピューターと非合理の創造性という分野を結合させようとする点である。

1968年以来筆者は創造性の研究に取り組んで来た。結論的に、人間の創造生産性を高めるためには、人間自身の開発はもとより、現代における最もすばらしい働き手であるコンピューターに創造を手伝わせるべきであると考えようになった。

CACの基本的考え方は、あくまでも創造過程を人間と機械で互に分担し合い、創造過程を促進することであり、人間と機械の対話により、新しい創造的考え方を生み出させることである。本文でも書いたように、重要なことは、全く創造活動をしたことのない人々が、コンピューターの前に座って機械と対話することにより、かなりの創造的な発想を行い得るようになるという点である。逆説的に言えば、バカなコンピューターが、人間に創造することを教えてくれるということにもなる。現代では夢物語ではあるが、この研究の終着駅は、どうもCACではなく、C, C (Computer Creation) ということになりそうである。

最後に、このCACの研究に際して、貴重なディスカッションや実験計画に参加して下さいました愛知工業大学システム研究室の中山晶氏、他多数の学生諸君に感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) Howard E. Cruber "Contemporary Approaches to Creative Thinking." Atherton Press, 1962.
- (2) E. K. Van Fange "Professional Creativity" Prentice Hall, 1959.
- (3) "リレーショナルモデルを用いた汎用統合型設計活動援助システム" 日経エレクトロニクス, pp. 33~41, 1975, 9, 8号。
- (4) 松家, 川井, 角野 "IDASの概念" IBMサイエンティフィックセンタースレポート, NGE 18-1813.
- (5) Codd "Relational Model of Data for Large Shared Data Banks" Comm A CM vol. 13, pp. 377~387.
- (6) Uno, S. "Basic Relational Table Handler" IBM Scientific Center Report, GE 18-1816.
- (7) H. オーピツ, 鈴木訳 "グループ・テクノロジー" 日本能率協会, 1974.
- (8) Gerald Nadler "Work Design" Richard D. IRWIN, Inc. 1963.
- (9) 市川亀久弥 "創造性の科学" 日本放送協会, 195.
- (10) 日比野省三 "SEDTと創造性" 中京大学教養論叢, vol. 12-1, 1971.
- (11) William J. J. Gordon "Synectics" Happer & Row, 1961.
- (12) J. W. Haefele "Creativity and Innovation" Reinhold Publishing Corp, 1962.
- (13) Crawford R. P. "Techniques of Creative Thinking" Hawthore, 1954.
- (14) 日比野省三 "Creativity in Design" University of Wisconsin, 1969.
- (15) Mary J. Aschner and Charles E. Bish "Productive Thinking in Education" National Education Assoc. 1965.